

Цель работы заключалась в подборе оптимального состава для серного бетона, обеспечивая при этом максимальные прочностные характеристики. В соответствии с целью было изготовлено несколько серий образцов, первые из которых были на основе серного вяжущего (расплавленного при $t=132-141\text{ }^{\circ}\text{C}$) и инертного заполнителя – песка (в различным процентных соотношениях). В состав последующих образцов вводили наполнитель – шлам водоподготовки, замещаая данным видом сырья часть песка.

Прочностные свойства образцов определяли через 24 часа после твердения образцов по стандартным методикам. Анализ результатов показал, что прочность образцов зависит от содержания серы, причем зависимость экстремальная и максимум свойств приходится на содержание серы 30 %. При замещении части песка на шлам водоподготовки прочностные свойства увеличиваются.

Применение в качестве исходного сырья техногенных отходов во многом способствует решению экологической проблемы утилизации отходов промышленности, с одной стороны, и значительно удешевляет процесс получения стойких и долговечных материалов. Кроме того, применение серы в качестве вяжущего позволяет получить плотную структуру с контактным расположением заполнителя, когда его зёрна соприкасаются через тонкую прослойку затвердевшей серы. Высокая удельная поверхность шламов позволяет сделать предположение о целесообразности использования их в качестве активных наполнителей с целью повышения прочности данного материала. Таким образом, полученный серный бетон обладает высокой прочностью, стойкостью к действию агрессивных сред, низким водопоглощением, высокой морозостойкостью, что позволяет использовать его в различных областях строительства.

Библиографический список

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности. Учебно-справочное пособие. М.:Феникс, 2007.
2. Васильев В.Г., Владимирова Е.В., Чистякова Т.С., Герасимова Е.С., Медведева Д.С. Агеева Е.С. Влияние добавки наноразмерного Al_2O_3 на свойства серобетона. Международная научно-практическая конференция: научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов. XIX научные чтения. Сборник докладов. В 2 ч. Белгород. 2010. С. 84-86.

СУЛЬФАТНАЯ АКТИВАЦИЯ ШЛАКОВ ДУГОВЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧЕЙ

*Кочнева А.А., Новоселова М.С., Уфимцев В.М.
УрФУ, e-mail: uvm38@mail.ru*

Металлургические шлаки традиционно широко применяются в качестве вяжущего в строительных технологиях. Чаще всего они включаются в состав клинкерных цементов. В указанном варианте они обеспечивают экономию цементного клинкера, поскольку шлаки, особенно основные, содержат значитель-

ную долю силикатов и алюминатов кальция – аналогов клинкерных минералов. Реже на основе шлака получают вяжущее, обычно низкомарочное, применяемое в составе кладочных и отделочных растворов. Их применение также обеспечивает снижение затрат. Дополнительный эффект от их утилизации связан с исключением затрат на удаление и складирование шлаков.

На текущий момент отечественная металлургия в процессе модернизации переходит к дуговой плавке в электрических сталеплавильных печах, что значительно повышает качественные характеристики металла и одновременно снижает энергопотребление процесса. При этом на 1 т металла образуется до 100 кг шлака, часть которого представлена дисперсным продуктом. Диспергирование шлака вызывается фазовыми превращениями двухкальциевого силиката и является косвенным подтверждением высокого содержания извести в шлаке.

Изучали возможность повышения активности диспергированного шлака добавками сульфата кальция. Использовали дигидрат сульфата кальция (гипс) и безводный сульфат – ангидрит в виде отхода производства фтористых солей фторангидрита, который содержит примеси фтора и фосфора. В табл. 1 приведены составы шлаков и добавок.

Таблица 1

Химический состав шлаков и добавок

Шлаки и добавки	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Δm _{пр.}
Шлак 1	15,3	12,6	6,1	58,4	7,2	–	–
Шлак 2	15,6	19,4	2,1	51,4	9,7	1,8	–
Гипс	0,1	0,3	0,4	37,3	2,3	40,4	19,2
Фторангидрит	3,5	4,4	2,0	37,5	0,5	45,8	6,2

Для всех вяжущих, в т.ч. и шлаковых, весьма важен показатель дисперсности. В табл. 2 приведены результаты рассева исходных шлаков на мелких ситах.

Таблица 2

Зерновой состав исходных шлаков

Фракции, мм	0,5-1,0	0,25-0,5	0,1-0,5	0,08-0,1	-0,08
Шлак 1, %	11,2	11,9	13,3	14,5	49,1
Шлак 2, %	6,9	8,0	5,4	3,5	76,2

Из представленного следует, что дисперсность исходных шлаков недостаточна, и они нуждаются в доизмельчении, которое осуществляли в лабораторной мельнице при соотношении мелющие-материал, равном 1:5. При этом для понижения водопотребности в минеральную смесь дополнительно, свыше 100 %, вводили 1 % суперпластификатора С-3. После помола шлаков остаток на сите 008 составлял 3 и 5 %.

Испытание вяжущих свойств шлакосульфатных композиций осуществляли на малых образцах-цилиндрах диаметром 28 и высотой 25 мм, для получения которых использовали пластиковые кольца соответствующего размера с разрезом по образующей. Кромки разреза фиксировались в сомкнутом состоянии посредством резинового кольца. В случае расширения образца по размеру щели, образующейся на форме, можно оценивать уровень увеличения его объема. Важно, что такая конструкция формы гарантирует возможность извлечения образца из формы независимо от того, как изменяется его объем при твердении. Пластиковые формы помещались на стеклянную подложку и смазывались изнутри автолом.

Подвижность теста при его заливке в форму соответствовала расплыву лепешки на вискозиметре АзНИИ 15-16 см. Сроки схватывания композиции определялись посредством надреза поверхности одного из заформованных образцов тонким лезвием. За начало схватывания принимали интервал времени от момента затворения композиции до момента, когда разрез на поверхности образца сохраняется частично, а конец схватывания соответствует полному сохранению разреза. Образцы твердели в нормальных условиях над водной поверхностью в эксикаторе.

В табл. 3 приведены составы и свойства шлаковых вяжущих, активизированных сульфатами.

Таблица 3

Состав и свойства шлакосульфатных композиций

№	Состав композиции, масс. %				В/В	Интервал схват. мин.	R _{сж} , МПа 7сут.
	Шлак	%	Сульфатная добавка	%			
1*	Шлак 1	100	—	—	0,38	1-2	1,6
2	Шлак 1	100	—	—	0,30	1<	—
3	Шлак 1	90	дигидрат	10	0,30	1-2	7,6
4	Шлак 1	80	дигидрат	20	0,30	1-2	28,5
5	Шлак 1	90	фторагидрит	10	0,30	1-2	19,2
6	Шлак 1	50	фторангидрит	50	0,30	2-3	27,9
7**	Шлак 1	70	фторагидрит	30	0,30	2-3	28,2
8*	Шлак 2	100	—	—	0,37	25-30	2,3
9	Шлак 2	100	—	—	0,37	25-30	17,6
10	Шлак 2	90	фторангидрит	10	0,36	25-30	27,1
11	Шлак 2	90	дигидрат	10	0,35	25-30	16,6

R_{сж}, МПа 7сут. — прочность образцов на сжатие; * — шлак немолотый; ** — 35 % немолотого и 35 % молотого шлака.

Шлакосульфатные композиции получали путем тщательного перемешивания в пластиковой емкости предварительно отдозированных шлака и сульфатной добавки.

Из представленного следует, что доизмельчение шлака значительно повышает вяжущий потенциал, особенно в присутствии 1 %-й добавки суперпластификатора. Прочность активированного шлака в сравнении с исходным возрастает в 3-5 раз.

Шлак 1 имеет сокращенный интервал схватывания, что исключает его применение без добавок – замедлителей отверждения. Так, состав 2 с минимальным интервалом схватывания оказалось невозможно заформовать. К сожалению, сульфатные добавки, эффективно замедляющие твердение клинкерных вяжущих, в шлаковых композициях не столь эффективны. Указанное диктует необходимость изыскания новых видов замедлителей.

Шлак 2 имеет достаточно продолжительный интервал схватывания. Несомненно, что столь значительные отличия шлаков по данному важному технологическому показателю обусловлены фазовыми отличиями их составов.

Для сульфатной активации в равной степени пригодны как дигидратный, так и ангидритный сульфат кальция. Количество активизатора в композиции может достигать 30 % (состав 7), 50 % (состав 6). При этом допустимо разбавлять молотый шлак немолотым (состав 7). В указанном случае снижение в композиции доли активного дисперсного компонента компенсируется, вероятно, уплотнением структуры гидратного камня за счет снижения его межзерновой пустотности.

Полученные результаты демонстрируют способность дисперсных шлаков, получаемых электроплавкой, к сульфатной активации. Свойства такого рода композиций определяются фазовым составом шлака, его дисперсностью, видом сульфатной добавки и ее долей в составе. Экспериментально установлена возможность 3-5-кратного повышения прочности образцов путем сульфатного воздействия на исходный шлак.

Резервом дальнейшего повышения прочности шлакосульфатных вяжущих, по нашему мнению, является оптимизация их состава по виду добавки и ее количеству в общем объеме. Научный и практический интерес представляет выявление и нейтрализация факторов, обуславливающих ускоренное схватывание шлакосульфатного теста. Отдельной проблемой таких вяжущих следует считать подбор эффективных и доступных замедлителей их твердения.

Библиографический список

1. Будников П.П., Значко-Яворский И.Л. Гранулированные доменные шлаки и шлаковые цементы. М: Государственное издательство по строительным материалам, 1953. 224 с.
2. Уфимцев В.М., Толмачев А.Ю., Коробейников А.Л. Шлакосульфатные вяжущие композиции // Инновационные материалы и технологии: Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Белгор. гос. технол. ун-т). Белгород: БГТУ, 2011. Ч. 2. С. 318-322.